Beiträge zur Kenntnis

der

Calicieen.

Inaugural-Dissertation

der

hohen philosophischen Facultät der Universität Leipzig

zur

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt von

Eduard Neubner.

(Mit 3 Tafeln.)

Regensburg 1883.
F. H. Neubauer'sche Buchdruckerei (F. Huber).

(Separat-Abdruck aus „Flora,“ Jahrgang 1883.)

Beiträge zur Kenntnis der Calicieen.

Von Ed. Neubner.

(Mit Tafel VII, VIII und IX.)

Ausser einigen Abhandlungen[1]) von rein systematischem Wert ist über die Gruppe der *Calicieen* nichts bekannt. Nachfolgende Abhandlung hat den Zweck, den anatomischen Bau und die biologischen Verhältnisse derselben klar darzulegen.

Die von mir hierbei untersuchten Arten sind folgende:

Cyphelium trichiale Ach.
Calicium populneum Schaer. } frisches Material.

Calicium roscidum Ach.
Acolium tympanellum Ach.
Acolium tigillare Ach. } Herbarexemplare.

Dieselben sind mir von Hrn. Oberlandesgerichtsrat Dr. Arnold freundlichst zugesandt. Ich nehme an dieser Stelle Gelegenheit, ihm meinen wärmsten Dank auszusprechen, um so mehr als er mir zur Bestimmung des von mir selbst gesammelten Materials brieflich freundliche Ratschläge erteilte.

---

[1]) Montagne: Art. *Calicium* in d'Orbigny Dict. univ. d'hist. nat. t. III. — De Notaris: Abb. di una Classif. delle *Calic.* in Giorn. Bot. Ital. 1847. — Fresenius: Ueber die *Calicieen* in Flora 1848 Nr. 47.

Ferner folgende selbstgesammelte Arten:
Coniocybe furfuracea L. (verschiedene Standorte),
Cyphelium trichiale Ach. (vom Kochelfall im Riesengebirge und vom Mühlthal bei Eisenberg in Altenburg),
Cyphelium trich. v. *candelarium* Schaer. (Mühlthal),
Cyphel. chrysocephalum Turn. (Kochel, Mühlthal),
Cyphel. melanophaeum Ach. (Kochel),
Cyphel. flexile Krbr. (Kochel),
Calicium roscidum (vom Niederwald),
Calicium trachelinum (mulmige Weiden um Mausitz bei Leipzig).

Morphologische Bemerkungen.

Die Gruppe der *Calicieen* gehört, um an der Bezeichnungs- und Einteilungsweise der Lichenologen festzuhalten, zu den körnig-staubartigen Flechten und dürfte als der beste Vertreter dieser Thallusform gelten. Von mehr oder minder zusammenhängend lagerförmigen Formen, in denen der Thallus sich an den vorhergehenden Typus, den echt krustenförmigen anschliesst, bis zu dem rein körnig-staubartigen herab, finden wir bei den *Calicieen* sämmtliche Uebergangsstufen vertreten. Wie diese mehr krustig-zusammenhängenden oder körnig-staubartigen Thallusformen zustande kommen, darüber ist nichts neues zu berichten. Es finden hier dieselben Vorgänge statt, wie wir sie bei den *Soredien-* und *Lepra*-bildungen kennen.

Das übliche Einteilungsprincip, wonach die Flechten in homöomere und heteromere gesondert werden, ist wie bei den meisten körnig-krustigen Flechten auch bei den *Calicieen* nicht anwendbar. Bald können wir bei ein und derselben Species die Trennung einer Gonidienschicht von einer Markschicht erkennen, bald ist von einem Auseinanderhalten besagter Schichten nicht die Rede. Was die Rindenschicht betrifft, so gelangt sie bald zu mächtiger Entwickelung, bald ist sie nur andeutungsweise vorhanden; sehr oft fehlt sie gänzlich.

Calicium trachelinum.

Hypophlöodie ist bei den *Calicieen* eine allgemeine Erscheinung. Typisch ausgeprägt fand ich dieselbe bei *Calicium trachelinum*, weshalb ich diese Flechte einer näheren Betrachtung in jener Beziehung unterwerfen möchte.

Calicium trachelinum, dessen Thallus von Körber als obsoletus nullusve bezeichnet wird, ist in seinem Jugendzustande

entschieden hypophlöodisch. Macht man Schnitte durch mulmiges Weidenholz an der Stelle, an welcher der Protothallus „tenuissimus sublaevigatus cinerascens“ erscheint, so erhält man beinahe auf jedem Schnitte die schönsten hypophlöodischen Zustände dieser Flechte. Da das in Zersetzung begriffene Holz hohler Weiden als Substrat für eine hypophlöodische Flechte sehr geeignet ist, so wird den Hyphen das Eindringen in die Holzzellen ungemein erleichtert. Oefters wandern die Fäden ohne Begleitung der Gonidien in den mulmigen Holzkörper ein und bilden (nach Frank[1]) einen gonidienlosen Flechtenzustand. Für meine Flechte möchte ich aber Frank's Ansicht nicht geltend machen, dass in diesem Zustande die Flechte ein echter Pilz sei; denn die unter einander weit und breit verzweigten Pilzfäden können doch irgendwo, wenn auch nicht gleich in unmittelbarer Nähe mit einzelnen Gonidien oder einem Gonidiennest im Zusammenhang stehen und so die von der grünen Alge assimilierten Nährstoffe der scheinbar gonidienlosen Flechte zuführen. Ob Frank die Möglichkeit der Leitung der von den Algen assimilierten Stoffe bis zu den gonidienlosen Jugendzuständen seiner Flechten in Betracht gezogen hat, geht aus seiner Arbeit nicht hervor. Von dem Falle des im jugendlichen Alter gonidienlosen Zustandes bis zu dem Verhältnis, „wo der Thallus überhaupt gar nicht von Algen colonisiert wird, wo die Flechte zeitlebens gonidienlos bleibt, auch ihre Fructification ohne Beteiligung chorophyllhaltiger Organe zustande kommt, wie wir dies bei *Arthonia epipasta*, *A. punctiformis* und bei den *Verrucarieen*-Gattungen *Arthopyrenia* und Verwandten gefunden haben“, scheint mir sehr gewagt, wenn nicht unstatthaft. Es ist kein Grund vorhanden, weshalb man Gattungen, die keine den Algen entstammten grünen Zellen in ihrem Thallus aufweisen, zu den Flechten beizählt. Wenn einer der beiden die Flechte zusammensetzenden Factoren zeitlebens fehlt, so hören die für dieselbe notwendigen Existenzbedingungen auf; „denn die Flechten sind den *Ascomyceten* analoge Organismen, zu deren physiologischen Existenzbedingung die Verbindung mit gewissen Algen gehört, die so innig ist, dass letztere zu einem integrierenden Teile dieser Organismen werden.“ (Schwendener.)

---

[1]) Ueber die biologischen Verhältnisse des Thallus einiger Krustenflechten in Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Band II, Heft 2.

Gehen wir von diesen kritischen Bemerkungen, welche der gonidienlose Zustand von *Calic. trachel.* veranlasst hat, wieder auf die Betrachtung dieser Flechte zurück.

Zumeist dringen ein oder mehrere Gonidien in Begleitung der Hyphen (soredialer Anflug) in den Holzkörper durch die Risse und Spalten der sich auflösenden Holzzellen und vermehren sich, einmal eingedrungen, sehr rasch. Die hypophlöodische Flechte trägt ihrerseits viel bei, die Holzzellen aus ihrem Verbande zu lösen. Da wo Teilung und Wachstum der Gonidien und Hyphen am intensivsten vor sich geht, und die Zellwände des Substrates Widerstand zu leisten vermögen, nehmen die Gonidien infolge des Druckes, den sie sowohl gegenseitig auf einander ausüben, als auch von der Zellwand auszuhalten haben, polygonale, parenchymatische Gestalt an (Taf. VII, Fig. 1).

Durch fortgesetzte Teilung, wie energisches Wachstum in den Lumina der Holzzellen vermögen deren Wände dem Druck schliesslich nicht mehr Widerstand zu leisten und reissen an ein oder mehreren Stellen auf. In Fig. 2 der Taf. VII werden diese Risse voraussichtlich an den mit a und b bezeichneten Stellen stattfinden. Die zusammengepresste Flechtenmasse quillt hervor, die polygonalen Zellen können sich runden, die Flechte beginnt ihr „epiphlöodisches" Dasein (Taf. VII, Fig. 3 und 4). Die aus dem Verbande getretenen Zellwände des Substrates dienen nachher als Schutzapparat gegen äussere Einflüsse und bilden zusammen mit der Rindenschicht, wenn sich eine solche überhaupt entwickelt, eine einheitliche Schutzdecke (Taf. VII, Fig. 4). Dieselbe destruierende Wirkung auf den von der Flechte befallenen Holzkörper üben die Spermogonien aus, insofern sie bereits während des hypophlöodischen Flechtenzustandes zur Entwicklung gelangeu (Taf. VII, Fig. 3).

Ferner möchte ich bei *Calic. trachel.* auf das Vorkommen der im Vergleich zu den normalen Thallusgonidien zwergähnlich zu nennenden Algen hinweisen (Taf. VII, Fig. 4).

Während die normalen Gonidien 5—7,5 mik. Durchmesser haben, zeigen diese kleinen Algen nur einen Querschnitt von 1—1,8 mik. Durchmesser. Sie dringen in die tiefer gelegenen Holzzellen ein, vermehren sich innerhalb derselben sehr rasch und bleiben zu Nestern vereinigt untereinander in engem Verbande. Ob man es hier mit einer parasitischen Alge oder mit einer Gonidienform zu thun hat, die im genetischen Zusammenhang mit der Normalgonidie steht, konnte ich nicht endgültig

entscheiden. Ich möchte der letzteren Vermutung das Wort reden. Einmal bilden die Thallusgonidien bei lebhafter Theilung namentlich an den Stellen, an welchen die in lebhafter Vermehrung begriffenen Gonidien in die Holzzellenlumina vorgeschoben und hineingepresst werden (Taf. VII, Fig. 1), sehr kleine Gebilde, die der Form und Grösse nach einen genetischen Zusammenhang mit den Zwergalgen nicht ausschliessen. Zum andern liegt die Erwägung nahe, dass diese Zwergformen sehr geeignet erscheinen, in die kleinsten Spalten und Oeffnungen des in seinen unteren Lagen noch festen Holzkörpers einzudringen und von den normalen Gonidien gerade zum Zwecke des Eindringens gebildet werden. Ich hoffe durch weitere Untersuchungen die stricten Beweise für die Richtigkeit dieser Vermutungen erbringen zu können.

Im späteren Alter dieser Flechte, oft aber schon, wenn sie erst im Stadium der Apothecienentwikelung steht, gesellen sich zu den *Cystococcus*gonidien des Thallus von aussen her *Pleurococcus*zellen hinzu. Dieselben durchdringen die oft sehr stark entwickelte Rindenschicht des Thallus, teilen sich lebhaft und vermischen sich mit den Hyphen und Gonidien der Flechte zu einem innigen Thallusconglomerat, welches schliesslich als Leprabildung von *Calic. trachel.* aufzufassen ist. In der näheren Umgebung der Fundstellen des fructificierenden *Calic. trachel.* fand ich derartige Leprabildung massenhaft verbreitet.

Anatomischer Befund des *Calicieen*thallus, dessen Gonidien der *Stichococcus*alge entsprechen.

Hieran mögen sich noch einige Bemerkungen über den Bau und das Wachstum der *Calicieen* anreihen, insoweit ihre Gonidien nicht, wie die bisher betrachteten, dem kugelrunden Typus angehören, sondern einen vorwiegend cylindrischen Typus an sich tragen, welcher der einzelligen Algengattung *Stichococcus bacillaris* Näg. entspricht.

Thallusschnitte an Flechten mit dieser cylindrischen Gonidienform zeigen einen wunderbar regelmässigen Bau, wie man bei diesen leprösen, körnig-staubartigen Flechten von vorn herein kaum vermuten sollte. Um zunächst die Frage über Homöomerie und Heteromerie zu beantworten, so rechtfertigen auch diese Thallusgebilde die Vermutungen, die man im allgemeinen von den körnig-staubartigen hegt, dass das Criterium der Homöomerie und Heteromerie bei diesen Flechten nicht

anwendbar ist. Die zum Verständnis des Baues gelieferten Figuren 5—8 der Taf. VII zeigen zufällig Thallusformen, denen man recht wohl eine entwickelte Mark- und (teilweise) Rindenschicht zusprechen darf. Doch ist dies durchaus nicht Regel, da sehr oft unmittelbar an das von Hyphen durchwucherte Substrat die Gonidienzone sich anreiht. Die Rindenschicht ist an diesen Thallusschnitten nur andeutungsweise vorhanden. Sie entwickelt sich bei ein und demselben Thallus oft zu einer ausgesprochenen Schicht, oft fehlt sie ganz.

Die äusseren Umrisslinien dieser Thallusschnitte erweisen die Möglichkeit jedweder offenen und geschlossenen Curvenbildung. Insonderheit ist die Halbkreis- und Halbellipsenform vertreten. Da die wachsenden Organe (Hyphen und Gonidien) sich zur jeweiligen Oberfläche mehr oder weniger annähernd senkrecht stellen, da ferner jedweder Thallusschnitt, welcher durch das reale oder ideale Centrum des Thalluskörpers geführt ist, dieselben geometrischen Constructionen gestattet, so ist mit Sicherheit auf die Wachstumsvorgänge in der Flechte zu schliessen: Dieselbe muss einen orthogonal-trajectorischen Verlauf nehmen, wie Schwendener für die Laub- und Strauchflechten bereits festgestellt hat. Figur 8 der Tafel VII, welche die Thallusfläche a b c der Figur 5 in etwas über 6fach vergrössertem Massstabe wiedergiebt, stellt diese Wachstumsweise der *Calicieen* ausser Zweifel.

Die Trennung des Thallus in die dieser Thallusform eigentümlichen Körner und Körnchen geschieht dadurch, dass sich vom Marke aus ein dichter gonidienloser Hyphenstrang (e der Figuren 5, 6, 7 auf Taf. VII) in den gonidienführenden oberen Thalluskörper einschiebt. Bei d derselben Figuren kann man den Beginn des Teilungsprocesses wahrnehmen. Ob das in Fig. 7 über den beiden unteren gelegene Thalluskorn dadurch diese Lage erreicht hat, dass den oben angeführten trennenden Hyphenstrang ein oder mehrere Gonidien begleitet haben und so zu einer oberen Kornbildung die Möglichkeit gegeben war, lässt sich wohl vermuten, konnte aber durch Anfangszustände nicht ermittelt werden.

Mit diesen Bemerkungen über den Thallusbau der *Calicieen* sind die anatomischen und morphologischen Betrachtungen bei weitem noch nicht abgethan. Einmal werden noch einige Notizen bei den nachfolgenden biologischen Erörterungen erwähnt werden müssen, und zweitens bin ich weit entfernt,

einen vollständigen Entwickelungsgang des Baues der *Calicieen*-flechte geben zu wollen. So viel zur Orientierung des Thallus nötig war, um an die biologische Gonidienfrage herantreten zu können, ist mitgeteilt worden. Die Entwickelung des Fruchtkörpers hat gar keine Beachtung finden können.

Biologie der Gonidien.

Die *Calicieen* haben in Bezug auf ihre gonidologischen Verhältnisse meines Wissens noch nirgends eine Besprechung erfahren und zeigen doch bei eingehenderem Studium soviel des Interessanten und Wissenswerten, wie vielleicht keine der übrigen körnig-staubartigen Flechten.

Dem Bestreben folgend, die Gonidien unter eine der von Schwendener aufgeführten Algentypen unterzubringen, gelingt es wohl, die Algengattung *Cystococcus* aufzufinden, die neben *Pleurococcus* von ihm aufgeführte Gattung, welche den meisten Krustenflechten als Gonidienform dient; jedoch will es anfänglich nicht gelingen, bei der manichfaltigsten Formverschiedenheit der übrigen Gonidien irgend einen bisher bekannten Algentypus herauszufinden, so dass es ziemlicher Mühe bedurfte, diese Manigfaltigkeit der Formen womöglich auf eine Einheit zurückzuführen.

Cystococcus humicola Näg. scheint nach den von mir untersuchten wenigen Arten zu schliessen für die meisten sogenannten höheren *Calicieen*gattungen *(Acolium, Calicium)*, die ihrem äusseren Habitus nach als zusammenhängend krustig bezeichnet werden, als alleinige Gonidienform aufzutreten. Aber auch bei einigen *Cyphelien* kommt diese Alge vor. Ueber die biologischen Verhältnisse ist bei *Calicieen* mit *Cystococcus* nichts neues zu berichten. Umsomehr werden uns die nun folgenden Erörterungen in Anspruch nehmen.

Greifen wir zunächst von den vielen Gonidienformen die beiden extremsten heraus, so können wir einen kugeligen und einen cylinderförmigen Typus aufstellen. Während wir die kugelige Form keiner bisher bekannten Algengattung resp. Algenspecies beizuzählen imstande waren, gab sich die Cylinderform als *Stichococcus* Näg. zu erkennen und soll durch nachstehende Zeilen unter die Gonidienbildner bei Krustenflechten eingereiht werden.

Stichococcus bacillaris.

Was die Geschichte von *Stichococcus* qua Gonidie anlangt, so ist sie als mutmassliche Gonidienform bereits von Schwendener aufgezählt, indem er in seinen „Algentypen der Flechtengonidien“ nach Aufzählung der *Palmellaceen*typen die Worte anreiht: „Von den übrigen Repräsentanten dieser Gruppe, die man a priori als Gonidienbildner bezeichnen könnte, sind bis jetzt keine im Gonidienzustande beobachtet worden. Es sind übrigens blos wenige Arten, welche näher oder entfernter in Betracht kommen können, nämlich *Stichococcus bacillaris.*“ Dieser Alge reiht er noch einige andere an, die uns jedoch hier nicht interessieren. In einer anderen Abhandlung „Erörterungen zur Gonidienfrage“ (Flora 1872) spricht Schwendener eine weitere Vermutung über besagte Alge aus: „Nach meinen bisherigen Untersuchungen ist es mir nicht mehr zweifelhaft, dass ausser *Cystococcus* und *Pleurococcus* noch mindestens zwei oder drei Vertreter der *Palmellaceen* als Gonidienbildner auftreten, darunter z. B. *Stichococcus bacillaris*, den ich freilich bis dahin blos im Hymenium von *Sphaeromphale fissa* und *Polyblastia intercedens* gefunden habe, hier jedoch in vollständiger Uebereinstimmung mit der frei vegetierenden Alge.“ In gleicher Weise hat Stahl[1]) im Hymenium von *Endocarpon pusillum Stichococcus*zellen gefunden. Da aber hier ebensowenig wie bei den von Schwendener angeführten Flechten *Stichococcus* im Thallus selbst auftritt, sondern nur vorübergehend im Hymenium vorkommt, so konnte diese Alge noch nicht als thatsächliche Gonidienform aufgestellt werden.

Als eigentliche Thallusgonidie fungiert *Stichococcus* bei vielen *Calicieen.* Oft tritt sie in unveränderter Gestalt auf, wie sie von Nägeli[2]) als *Stichococcus* beschrieben wird. Dergleichen unveränderte *Stichococcus*formen (Taf. VIII, Fig. 1) zeigt z. B. der Thallus von *Cyph. trich.*, *Cyph. chrysoceph.*, *Coniocybe furfuracea.* Diese Gonidien sind $1^1/_2$—3- und 4mal so lang als breit, haben eine sehr dünne Membran und liegen entweder einzeln oder sind in Ketten von 2, 4—8 Zellen aneinandergereiht. Die Teilung erfolgt nur in der Längsaxe. Ihre Breite beträgt 1,2—4,9 mik. Diese Gonidien würden nach Nägeli sowohl zu *Stich. bac.*

---

[1]) Ueber die Bedeutung der Hymenialgonidien (Heft II der: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Flechten. Leipzig, 1877).

[2]) Gattungen einzelliger Algen.

minor wie *major* zu rechnen sein. Ob der Grössenunterschied eine Einteilung in die beiden Species *major* und *minor* zulässig erscheinen lässt, oder ob nicht eher die Verteilung des Chlorophylls als Unterscheidungsmerkmal anzusehen ist, möchte ich zu gunsten der letzteren Auffassungsweise entscheiden, wenn überhaupt ein Speciesunterschied gemacht werden soll. Man kann sowohl an der freien Alge wie an den Gonidien des Flechtenthallus in allen von 1,2—4,9 mik. vorkommenden Grössenstadien die *Stichococcen* mit gleichmässig homogenem Chlorophyll unterscheiden von denen, welche eine einseitige oder die Mitte der Zelle durchziehende, an den Polen sich erweiternde Chlorophyllplatte besitzen (Taf. VIII, Fig. 1). Die *Stichococcus*zelle enthält mehr oder minder constant an den beiden Polen, öfter auch unregelmässig zerstreut liegende Oeltröpfchen. Zellkerne habe ich niemals auffinden können. Da es aber in der Folge von keinem Belang ist, ob wir es wirklich mit nur einer oder mehreren Species zu thun haben, so sind die Figuren auch beliebig gezeichnet, gerade so, wie die zu zeichnenden Objekte sich mir darboten.

Pleurococcus vulgaris.

Die andere ausgesprochene Gonidienform, die kugelige, ist wie schon erwähnt, als Alge nicht bekannt. Sie bildet eine Mittelform zwischen *Cystococcus* und *Pleurococcus*. Während sie ihrem Teilungsmodus nach sich ganz wie *Cystococcus* verhält, ist sie durch das gänzliche Fehlen eines Zellkernes und „hellen Fleckes“ der Gattung *Pleurococcus* genähert. Ihre Zellen schwanken in ihren Grössenverhältnissen ungemein. Von den kleinen Formen mit einem Durchmesser von 7—8 mik. bis herauf zu den grössten mit einem Durchmesser von 20 mik. und darüber sind alle Zwischenstufen vertreten. Ebenso verschieden ist die Dicke der Membran. Der Inhalt ist homogenes Chlorophyll, welches zahlreiche grössere und kleinere Oeltröpfchen enthält (Taf. VII, Fig. 9).

Diese Gonidienform halte ich jedoch für keine besondere Algenspecies, sondern nur für eine Modification von *Pleurococcus vulgaris* im Flechtenthallus. *Pleurococcus*, welcher als Gonidienform in Grösse und Membrandicke die bekannten Veränderungen erlitten hat (Taf. VII, Fig. 10 a), verliert in unserem Falle die Tendenz sich abzuflachen überall da, wo die einzelnen Zellen, die zu Familien vereinigt sind, aneinander stossen. Ebenso wie die freien Flächen runden sich auch die aneinander stossenden.

Dadurch geht die polyedrische Gestalt der Zellen verloren, in gleicher Weise die backsteinartige Anordnung derselben. Gleichzeitig nimmt die Dicke der Zwischenmembranen ab (Fig. 10 b), bis dieselben gänzlich verschwinden und die kugelrunden Tochterzellen ohne trennende Wände frei in der Mutterzelle liegen (10 c). Durch das Auflösen der Aussenhülle (10 d) frei geworden, teilt sich dann eine so gebildete Zelle (e) nicht mehr in der *Pleurococcus* eigenartigen Weise, sondern *Cystococcus*-artig. Die einzelnen Tochterzellen runden sich (f, g) oder nehmen polyedrische Gestalt an (h, i). Diese letzteren gehen keine weiteren Gestalts- oder Teilungsveränderungen ein, sondern wiederholen die in h und i angegebene Wachstums- und Teilungsweise und unterscheiden sich ausser durch das Fehlen des Zellkernes und „hellen Fleckes" kaum von *Cystococcus humicola* Näg. Sie liefern einer ganzen Reihe von *Caliceen* die Gonidien, z. B. *Cyphelium chrysocephalum*, *Cyphelium melanophaeum* u. a.

Verfolgen wir das Schicksal der metamorphosierten *Pleurococcen*, die sich in der durch f und g angegebenen Weise verhalten, so kommen wir, alle von ihnen eingegangenen Veränderungen in Grösse, Form und Teilungsweise Schritt für Schritt einer vergleichenden Untersuchung unterwerfend, schliesslich an einer Algenform an, die den Systematikern als *Stichococcus bacillaris* bekannt ist.

Umwandlung von *Pleurococcus* in *Stichococcus*.

Die Membran unserer in eben beschriebener Weise modificierten *Pleurococcen* nimmt an Dicke immer mehr ab, kann schliesslich dem Drucke der Teilzellen nicht Widerstand leisten und platzt oder löst sich ganz auf. Die herausgetretenen oder befreiten Tochterzellen trennen sich von einander oder bleiben zu 2, seltener zu 3 zusammengeballt. In diesem Stadium teilen sie sich noch einmal in zwei Hälften und verraten sehr bald eine Neigung zur Verlängerung in der zur Scheidewand senkrechten Richtung. (Schematisierte Darstellung in Fig. 2 der Taf. VIII.) Die Grösse dieser noch runden Formen in ihrem Anfangsstadium der Umwandlung schwankt ungemein. Sowohl Formen von 6 und 8 mik., als 20 mik. Durchmesser gehen diese Umwandlung ein (Taf. VIII, Fig. 3). Die Grössenverhältnisse und Membranstärke sind mit dem Zeichenprisma genau aufgenommen. Da wo die Zellen zu zwei im Verbande bleiben, treten die Scheidewände unabhängig von einander senkrecht

zur jeweiligen Längsrichtung auf (Taf. VIII, Fig. 3). Im weiteren Fortschreiten zur *Stichococcus*-Bildung bemerkt man eine ovale Zuspitzung an den Polen der Uebergangsformen (Taf. VIII, Fig. 3 und 4). Bei fortgesetzter Streckung in der Längsrichtung bilden sich die ersten durch zwei parallele Wände hervorgerufenen dreigeteilten Zellen, die man als *Stichococcus* wohl zu erkennen vermag (Fig. 3 und 4). Fortan findet die Teilung nur noch in der Längsrichtung statt.

Hand in Hand mit diesen geschilderten Umwandlungen geht eine Grössenabnahme vor sich, deren Endresultat die in Fig. 5 dargestellten Formen bilden. Sie weichen von dem typischen *Stichococcus* in nichts als in dem Grössenunterschied ab. Schliesslich schwindet auch dieser. Der Inhalt der Uebergangszellen ist stets von derselben Beschaffenheit, wie ihn die *Pleurococcen* an sich trugen, welche diese Umwandlung eingingen.

Dies ist in grossen Zügen die Umformung von *Pleurococcus* in *Stichococcus*, wie wir dieselbe im *Calicieen*-Thallus wahrnehmen. Es kommen hierbei noch mancherlei Eigentümlichkeiten vor, was Teilung und äussere Form anlangt. Sie bedürfen noch einiger Erklärungen.

Teilung von *Stichococcus* nach allen drei Raumrichtungen.

Die Formen in Fig. 6 der Taf. VIII weisen ein Verhalten der *Stichococcen* auf, welches man dieser Algengattung bisher nicht beigemessen hat: die Teilung nach allen Raumrichtungen. Dass diese Zellen wirklich zu *Stichococcus* zu rechnen sind, zeigen einmal die äusseren Formen von a—d, insonderheit die Figuren e und f. Während die beiden unteren Zellen der Fig. e unzweifelhaft als typischer *Stichococcus* zu erkennen sind, tritt in der obersten mit ihnen verbundenen, also ebenso unbestreitbar als *Stichococcus* zu bezeichnenden Zelle eine Längswand auf. Ebenso unverkennbare *Stichococcen* sind in Fig. f die oberste und die beiden unteren Zellen. Die zwischen ihnen gelegene grössere nach allen Raumrichtungen durch schiefe Wände viergeteilte Zelle muss dann ebenso unbestreitbar *Stichococcus* sein.

In Figur 7 der Taf. VIII finden wir Aufschluss über das weitere Schicksal dieser an *Stichococcus* in bisher nicht bekannter Weise getheilten Zellen: sie werden wieder in ihre ursprüngliche Kugelform zurückgeführt. Die Vorgänge, die in dieser Figur wiedergegeben sind, bedürfen kaum einer weiteren Aus-

einandersetzung. Fig. a, eine den in a, b, c der Fig. 6 dargestellten analoge Form, ist bei b in der Flächenansicht gezeichnet; in gleicher Weise die folgenden. Während des Heranwachsens der Teilzellen runden sich die äusseren Flächen, indes sich die Muttermembran allmählich auflöst (in c teilweise vorhanden). Dadurch dass die anfänglich noch geraden Flächen der einander sich berührenden innern Scheidewände auch dem Bestreben der Abrundung folgen (d, e), kommt die Kugelform der Teilzellen zustande. Dies eigentümliche Verhalten von *Stichococcus*, sich nach allen Raumrichtungen zu teilen, möchte ich als ein „Sichzurückerinnern der ursprünglichen Kugelform" bezeichnen. In der That entstehen ja auch aus diesen Teilzellen wieder Kugelformen, die offenbar die modificierte *Pleurococcus*-alge repräsentieren.

Andere Eigentümlichkeiten, die sich bei dieser Umwandlung einstellen, können ihre Besprechung erst finden, wenn wir die Frage, die sich uns von selbst aufdrängt, beantwortet haben: aus welchen Gründen geschieht die Umformung von *Pleurococcus* zu *Stichococcus*?

Mechanische Beeinflussung der Hyphen auf die Gonidien.

Entweder liegt es in der Natur der Alge selbst, diesen Generationswechsel einzugehen, oder es muss ein äusserer Grund hierzu zwingende Veranlassung geben. Die Annahme, dass der freie *Stichococcus* nicht identisch sei mit der von uns im Gonidienzustand als *Stichococcus* bezeichneten Alge, ist von uns wohl erwogen, aber infolge der vergleichenden Untersuchungen zurückzuweisen, da die Identität beider Formen aufrecht erhalten werden muss.

An erste Frage können wir nur mit Gründen negativer Art herantreten. Wenn es in der Natur der Alge liegen soll, diesen Generationswechsel einzugehen, so müsste man im freien Zustande — nicht im Flechtenthallus — diese Verhältnisse wiederfinden können. Dieselben sind jedoch von Niemand im freien Algenzustand constatirt worden. Somit bliebe uns zur Entscheidung der Frage nur der Culturversuchsweg übrig, der die Frage erledigen hönnte: werden die auf dem Wege der Maceration befreiten runden Gonidien bei fortgesetzter Cultur dieselben Umwandlungen vornehmen, wie sie dieselben im Flechtenthallus über sich ergehen lassen? Culturversuche sind

in der üblichen Weise von uns wohl angestellt worden, bald aber einer Verschimmelung anheimgefallen, da unser Flechtenmaterial hierzu nur allzusehr Vorschub leistet. Ich muss die Entscheidung dieser Frage glücklicheren Händen überlassen, wenn dieselbe den folgenden Erörterungen nach in Erwägung zu ziehen überhaupt noch nötig ist.

Die mechanische Beeinflussung kann natürlich nur in den gonidienumspinnenden Hyphen gesucht werden. Die Algenuntersuchungen wurden ohne Rücksichtnahme der gegenseitigen Stellung der Gonidien zu den Hyphen vorgenommen, da die zu untersuchenden Gonidien durch Quetschen und Schieben der Thalluskörnchen aus dem Hyphenverbande möglichst befreit und so einer eingehenderen Untersuchung zugängig gemacht werden mussten. Um die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse der beiden Flechtencomponenten eruieren zu können, mussten Schnitte durch die Thalluskörnchen gemacht werden, eine bei der Kleinheit und dem losen Zusammenhang der kleiigen Körnchen äusserst mühsame Arbeit. Doch genügt es auch an günstigem Material die kleinen und kleinsten Thallusanfänge einem vorsichtigen, gelinden Drucke auszusetzen, ohne dass die gegenseitige Anordnung wesenttich gestört wurde. Hierbei sind wir zu folgenden Ergebnissen gelangt.

Im Flechtenthallus sind diejenigen modificierten *Pleurococcen*, die überhaupt keine Neigung zeigen, sich in *Stichococcus* umzuwandeln, von den Hyphen rundum allseitig umsponnen, so dass das mikroskopische Bild stets eine kranzartige Umhüllung zeigt, wie wir sie bei Krustenflechten mit *Cystococcus* als Gonidie und bei den *Soredial-* und *Lepra*-Bildungen zur Genüge kennen (Taf. IX, Fig. 5). Ebenso werden die Tochterzellen in sehr frühem Stadium von den Hyphen kranzartig umhüllt. In diesem Falle liegt keine äussere Veranlassung zur Formveränderung für die Alge vor.

Gehen wir nun an die Betrachtung des Stellungsverhältnisses der Hyphen zu den Gonidien in den Punkten, die man als Herde der Anfangsumwandlungen von *Pleurococcus* zu *Stichococcus* aufzufassen hat, so werden wir sehr bald die Anschauung gewinnen, dass die Umformung der Kugelalgen zur cylindrischen Algenform ganz allein dem Einfluss des Pilzes zuzuschreiben ist. Mit Hülfe der Figuren 1—4 der Taf. IX und Figur 8 der Taf. VII wollen wir den Beweis hierfür zu erbringen suchen.

Zunächst fällt dem Beobachter auf, dass an den Stellen der

Anfangsübergänge von *Pleurococcus* und *Stichococcus* die kranzartige Umspinnung der Hyphen allmählich wegfällt und eine Parallelstellung derselben sich geltend macht. Die runden Kugelformen werden von den sich parallel stellenden Hyphen gezwungen, sich vorzugsweise in der dem Hyphenverlaufe senkrechten Richtung zu teilen. Sofort natürlich wird es dem Parallelismus der Fäden nicht gelingen, *Pleurococcus* in *Stichococcus* umzuwandeln; es kommen noch öfters Teilungen der Gonidien vor, die winkelständig und parallel zum Faserverlauf auftreten (durch a in Fig. 1 bezeichnet). Es findet anfänglich ein lebhafter Kampf statt zwischen der Alge, die ihre Kugelform und Teilungsweise nach allen Richtungen beibehalten will, und den Hyphen, denen wegen ihres parallelen Verlaufes diese Kugelform und Teilung nach allen 3 Richtungen nicht zusagt. Schliesslich endet der Kampf zu Ungunsten der Gonidien. Durch fortgesetztes Einzwängen von Seiten der parallelen Hyphen erreichen letztere ihr Ziel, aus der Kugelgestalt eine ihnen besser zusagende Form, die cylindrische, als Gonidie sich herzustellen. Die Einstellung der Teilung nach allen drei Dimensionen ist wohl mehr als secundäre Erscheinung, als Folge der gewaltsamen Streckung der Uebergangsformen durch die Hyphen aufzufassen. Es wird Teilung nur noch in der Richtung erfolgen können, die sich senkrecht zur Längsstreckung einstellt.

Grössen- und Gestaltsabnormitäten der Uebergangsformen.

Durch dieses gewaltsame Eingreifen der Hyphen, das die Aenderung in Form und Teilungsweise herbeiführt, entstehen in den Umwandlungscyklen abnorme Grössen- und Gestaltsveränderungen, die so recht veranschaulichen, welchem äusseren Zwange die Gonidien im *Calicieen*-Thallus ausgesetzt sind. Während uns in Fig. 3 Taf. IX die bevorzugte Teilungsrichtung in der Längsaxe trotz des ersichtlichen Widerstrebens namentlich von Gruppe c zeigt, bietet uns Fig. 4 ein klares Bild, wie die anfänglich noch runden, teilweise noch kranzartig umgebenen *Pleurococcen* von den sich parallel stellenden Hyphen cylindrische, oft abnorme Formen anzunehmen gezwungen werden. Auf Taf. IX Fig. 8—10 sind eine Anzahl solcher aus dem Hyphenverbande befreiter Abnormitäten aufgenommen. Diese abnormen Riesen-*Stichococcen*, wenn ich sie bereits mit dem Namen *Stichococcus* bezeichnen darf, sind entweder ungeteilt, wie in Fig. 8

und Fig. 10 a und b, oder sind Teilungen eingegangen. In b und c der Fig. 9 sind wieder Teilungen nach allen Raumdimensionen eingetreten, was uns aber nach Vorausgehendem nicht hindert, diese Formen zu *Stichococcus* zu rechnen. Bei den gekrümmten Formen c, d, e sind die Teilungen nach dem jeweiligen Krümmungsradius der beliebig gebogenen Cylinder erfolgt.

In Folge der andauernden Hypheneinwirkung werden die Formen immer normaler, die Teilungen stellen sich senkrecht zum Hypenverlaufe ein, allmählich erhalten wir vom Flechtenthallus mit fortgeschrittenen *Stichococcus*stadien Bilder, wie Fig. 8 der Taf. VII uns eines repräsentiert. Zwischen je zwei benachbarten Hyphensträngen, die wir als annähernd parallel bezeichnen dürfen, ist eine Gonidienkette eingeschachtelt, die in ihrem Wachstum der Richtung der Fäden folgen muss. Die Gonidienform in diesem Entwicklungsstadium ist bei den *Calicieen* sehr beliebt. Gleiche Bilder geben uns die Flechtenthalli, welche reinen *Stichococcus* in sich bergen. In diesem letzten Umwandlungsstadium tritt das abweichende Verhalten von der *Stichococcus*-Alge ein, dass die Hyphen ein längeres Zusammenhalten der sonst nur im Verbande bis zu 6 Gliedern zusammenbleibenden Reihen verursachen. Diese reihenförmige Anordnung wird entweder nur durch das Ineinandergekettetsein der Hyphen bedingt (Fig. 11 a b), so dass die einzelnen Gonidienglieder an und für sich getrennt würden, oder die Teilzellen verharren im engen Verbande zu einander (c, d), bis sogar den Fadenalgen ähnliche Gebilde nachgeahmt werden (e, f).

Haben die Hyphen durch ihre mechanische Arbeit ihren Endzweck, die Umwandlung von *Pleurococcus* zu *Stichococcus* erreicht, so geben sie die streng parallele Anordnung im Flechtenthallus auf, da das blose Verbleiben der Gonidien im Hyphenverbande zu genügen scheint, dass die cylindrische Form gewahrt bleibt (Taf. IX, Fig. 8).

Ist der Nachweis richtig geliefert, was ich hiermit gethan zu haben glaube, dass *Pleurococcus* durch äussere mechanische Einwirkung zu *Stichococcus* umgewandelt ist, so muss man von vornherein annehmen, dass nach Aufhören des mechanischen Zwanges auch die ursprüngliche Algenform, die Cylinderalge in die Kugelalge, *Stichococcus* in *Pleurococcus* sich zurückbilden muss. Würde die Sonne einmal plötzlich aufhören zu zu sein, so würden auch die in ihrer Bahn von ihr beeinflussten

Planeten sofort ihren Lauf um dieselbe aufgeben. Nach Wegfall einer mechanischen Kraft fallen auch die durch dieselbe hervorgebrachten Erscheinungsweisen weg.

In der That können wir auch die Umwandlung der Cylinderform in die Kugelform Schritt für Schritt verfolgen. Geeignetes Material, wie es die Natur selbst liefert, hat mich von der Notwendigkeit überhoben, zu Culturversuchen schreiten zu müssen.

Rückumwandlung der Cylinderform zur Kugelform.

Die cylindrischen *Stichococcen* beginnen sich ganz allmählich an den Enden zuzuspitzen oder sich oval abzurunden und gleichzeitig sich in der Mitte auszubauchen, so dass die verschiedenartigsten spindel- und eiähnlichen Formen auftreten (Taf. IX, Fig. 9 und 10). Diese Formen besitzen auch dieselbe einseitige Anlagerung des Chlorophylls, wie die typischen *Stichococcen* sie aufweisen. Ebenso allmählich wie der Rundungsvorgang vollzieht sich eine Grössenzunahme. Ist diese Umformung in Gestalt und Grösse noch sehr wenig fortgeschritten, so findet in den Uebergangszellen eine Teilung in 4, 6, 8 und mehr Partien statt. Entweder sind diese Tochterzellen wandständig gelagert (analog der Wandständigkeit des Chlorophylls im typischen *Stichococcus*), oder sie sind keilförmig ausgeschnitten. In Fig. 11 der Taf. IX sind die häufigst vorkommenden Uebergangsformen und deren Teilungsweise veranschaulicht. Die Teilzellen, aus ihrer Mutterzelle befreit, nehmen dieselbe Gestalt an wie letztere. Der Endpunkt dieser Umwandlung ist schliesslich der „modificierte" *Pleurococcus* (Taf. IX, Fig. 12). Auch in diesen *Pleurococcus*-Zellen findet eine äusserst lebhafte Teilung statt.

Diese Umwandlung von *Pleurococcus* zu *Stichococcus* und viceversa bestätigt die von Stahl[1]) ausgesprochene Vermuthung, dass die Gattungen *Pleurococcus* und *Stichococcus* in eine einzige vereinigt werden müssen. Seine in Fig. 11 und 12 der Taf. VI wiedergegebenen Uebergangsstadien scheinen von mir in der 11. Figur der IX. Tafel beinahe copiert zu sein. Ich habe trotzdem diese Zeichnungen in meinen Figuren aufgenommen, weil ich diese wandständig angelagerten Chlorophyllpartien nicht mit Stahl als einfache Chlorophyllplatten, sondern auf das bestimmteste als wandständig angelagerte Tochterzellen

[1]) Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Flechten. Heft II, 1877, Seite 20.

mit deutlich ausgesprochener Membran erkannt habe. Analog der wandständigen Chlorophyllanlagerung der *Stichococcen* (Taf. IX, Fig. 8) sind auch die Tochterzellen wandständig gelagert. „Birnen- und flaschen-förmige" Gebilde habe ich in meinem Untersuchungsmaterial nie gefunden.

Princip der morphologischen Vererbung als Folge mechanischer Einflüsse.

Nicht alle frei gewordenden *Stichococcen* gehen diese aprioristisch angenommene Umwandlung zur runden *Pleurococcus*form ein. Während an manchen Stellen diese Umformung von etwa 90 % der Algen vorgenommen wird, bilden sich an anderen Stellen des Materials höchstens bis zu 3 und noch weniger Procente der Individuen zurück oder sie thun das überhaupt nicht. Um diese Nichtumformung zu erklären, müssen wir an die Möglichkeit denken, dass durch fortgesetzten mechanischen Einfluss auch die dadurch hervorgebrachten Eigenschaften eines Individuums erblich werden. Wir müssen zu einem Grundsatze Zuflucht nehmen, der in der Botanik wohl erwünscht, aber schwer direkt nachweisbar ist, ich meine das Princip: Auch nach Wegfall der mechanischen Einwirkung behalten die Individuen die Eigenschaften bei, die sie durch mechanische Beeinflussung erhalten haben. Diesen Satz will ich nennen: das Princip der morphologischen Vererbung als Folge mechanisscher Einwirkung.

Selbes Princip auf unsern speciellen Fall angewandt, in welchem *Stichococcus* sich nach Wegfall der mechanischen Einwirkung der Hyphen nicht zur Kugelform zurückbildet, führt uns zu folgender Betrachtung:

Durch die mechanische Wirkung der Flechtenhyphen, als deren Folge die Cylinderform sowie die alleinige Teilung in in der zum Cylinder normalen Richtung anzusehen ist, haben Form und Teilung eine Constanz angenommen, die sich auch auf die nicht mehr unter dem mechanischen Einfluss stehenden *Stichococcen* forterbt. Als Gründe, dass durch die Mechanik das Algenindividuum diese Erblichkeit, ich möchte sagen, sich angepasst hat, seien angeführt:

1. Alle sogenannten freien *Stichococcen* habe ich noch nie ohne Begleitung mehr oder weniger zahlreicher Hyphen gefunden, die ich als dem *Calicieen*-Thallus angehörig erkannt habe.

2. Diese sogenannten freien *Stichococcen* verwandeln sich nicht in toto in die *Pleurococcus*form, sondern wenn sie es thun, schicken sich von ihnen oft nur 1—2 % an; die übrigen 98—99 % thun es nicht, weil diese Form eben eine gewisse Constanz (und Erblichkeit) angenommen hat.

3. *Pleuroccus*, allseitig „kranzartig" von Hyphen umgeben, geht überhaupt keine Umformung zu *Stichococcus* ein.

4. Fig. 1—4 der Tafel IX zeigen uns den lebhaften Kampf zwischen Gonidie und Hyphe. Erstere wird vom Pilz gewaltsam gestreckt, so sehr sie sich bestreben mag, ihre Kugelform beizubehalten. (NB.! Etliche gewaltsam gestreckte Gonidienformen einer Kugelalge — *Cystococcus?* — sah ich auch bei einigen Flechtenpräparaten des Herrn Dr. Krabbe, die er zur Fortsetzung seiner Untersuchungen[1]) hergestellt hatte.)

5. Es müssten die Uebergangstadien, wenn sie aus dem Hyphenverbande auf Culturwege befreit würden, sofort zu runden *Pleurococcen* sich verwandeln. Meine Methode der Gonidienbefreiung von den Hyphen (einige Tage die Hyphen unter Deckgläschen macerieren, darauf mit letzterem einen Druck auf das Präparat ausüben, das Deckgläschen hierbei hin und herschiebend) lässt a priore ziemlich sicher schliessen, dass auch längere Cultur ein negatives Resultat erzielen werde, da ich niemals eine Tendenz zur Rundung bei den Uebergangsformen habe beobachten können. Auch diese Uebergangsformen scheinen bereits eine gewisse Formenbeständigkeit angenommen zu haben, so dass alle Uebergänge als Algentypen für die *Calicieen*-Flechte dienen können.

Um noch ein Beispiel anzuführen brauche ich nur auf die Form- und Grössenverschiedenheit der Bacterien hinzuweisen, die von einzelnen Forschern nur als Erscheinungsweisen ein und desselben Individuums in verschiedenen (mechanisch wirkenden?) Medien aufzufassen sind. (Nägeli, Billroth.)

Pleurococcus entsprechend dem „*Coccos*", *Stichococcus* entsprechend der „*Bacteria*", beide Formen gehen ineineinander über. Während bei den *Bacterien* und *Coccen* die Nährflüssigkeit das mechanische Agens ist, übernehmen bei unseren Algenformen die Hyphen die mechanisch wirkende Rolle.

---

[1]) Entwicklung, Sprossung und Teilung einiger Flechtenapothecien. Inaugural-Dissertation. Bot. Ztg. 1882.

Ob auch bei höheren und höchsten Pflanzen in der Folge eine „morphologische Vererbung als Folge mechanischer Einflüsse“ nachzuweisen möglich sein wird, bleibt abzuwarten, wenngleich kaum ein Zweifel aufkommen kann, dass mechanische Einflüsse auch höheren Pflanzenwesen erbliche Eigenschaften vindicieren können.

Hauptergebnisse.

1. Der Thallus der *Calicieen* besitzt dreierlei Algen als Gonidien: *Cystococcus humicola*, *Pleurococcus vulgaris*, *Stichococcus bacillaris*.
2. Der *Calicieen*-Thallus besitzt orthogonal-trajectorischen Bau, wie die Strauch- und Laubflechten.
3. *Pleurococcus* wird im *Calicieen*-Thallus durch mechanische Einwirkung der Hyphen zu *Stichococcus* umgewandelt.
4. *Pleurococcus* und *Stichococcus* sind in eine Gattung zu vereinigen.
5. Freier *Stichococcus* geht ausserhalb des *Calicieen*-Thallus wieder zu *Pleurococcus* zurück oder verharrt in diesem Cylinderzustand als freie für sich lebende Alge.
6. Die durch mechanische Einwirkung beeinflussten einzelligen Algen *(Pleurococcen)* nehmen eine Formbeständigkeit an, die auch nach Wegfall der mechanischen Einflüsse (Hyphen) bestehen bleibt und für die weiteren Generationen erblich werden kann. (Princip der morphologischen Vererbung als Folge mechanischer Einflüsse.)

Figuren-Erklärung.

Tafel VII.

Fig. 1. Längsschnitt des hypophlöodischen Thallus von *Calicium trachelinum*, dessen Gonidien *Cystococcus humicola* sind. $\frac{350}{1}$.

Fig. 2. Längsschnitt des hypophlöodischen Thallus von *Calic. trachel.* $\frac{550}{1}$.

Fig. 3. Längsschnitt derselben Flechte mit Spermogonium. $\frac{95}{1}$.

Fig. 4. Längsschnitt durch *Calic. trachel.* mit Zwergalgen. $\frac{350}{1}$.

Fig. 5—7. Querschnitt durch den Thallus einer *Calicieen*-Flechte, deren Gonidien dem *Stichococcus*-Typus entsprechen. $\frac{100}{1}$.

Fig. 8. Das Stück a b c von Fig. 5 in ungefähr 6facher Vergrösserung. $\frac{600}{1}$.

Fig. 9. *Pleurococcus vulgaris* in seinen verschiedenen Grössenverhältnissen. $\frac{800}{1}$.

Fig. 10. a, b, c, d. Eigentümliche Umwandlung von *Pleuroc. vulg.* zu der in Fig. 9 dargestellten „modificierten" *Pleurococcus*form. e modificierte *Pleurococcus*zelle. f, g, h, i Teilungen derselben. $\frac{550}{1}$.

Tafel VIII.

Fig. 1. Typischer *Stichococcus bacillaris*, sowohl reinem *Stichococcus* als auch dem Flechtenthallus entnommen. $\frac{800}{1}$.

Fig. 2—5. Vorgänge bei der Umwandlung von *Pleurococcus* zu *Stichococcus* in fortschreitender Entwicklung zu letzterer Alge. $\frac{800}{1}$.

Fig. 6. Teilungen von *Stichococcus bacillaris* nach allen Raumrichtungen (im Flechtenthallus vorkommend). $\frac{800}{1}$.

Fig. 7. Rückumwandlung einer nach allen Raumrichtungen geteilten *Stichococcus*-Alge zu *Pleurococcus* in fortschreitender Entwicklung von b, c, d, e. $\frac{800}{1}$.

Fig. 8. Riesentypen der Umwandlungsformen. $\frac{800}{1}$.

Fig. 9. a, d: längsgestreckte Riesenformen, b, c: Riesenformen nach allen Raumrichtungen geteilt.

Fig. 10. Geteilte und ungeteilte abnorme Formen. (Die Teilungswände nach dem jeweiligen Krümmungsradius auftretend.) $\frac{800}{1}$.

Fig. 11. Fädenalgenähnliche *Stichococcus*formen. $\frac{800}{1}$.

Tafel IX.

Fig. 1—4. Längsschnitte durch den *Calicieen*-Thallus, in welchem die Umwandlung von *Pleurococcus* zu *Stichococcus* beginnt. $\frac{800}{1}$.

Fig. 5. Längsschnitt eines *Calicieen*-Thallus, in welchem keine Umwandlung der Gonidien vor sich geht. $\frac{600}{1}$.

Fig. 6. Längsschnitt durch den *Calicien*-Thallus mit typischem (umgewandeltem) *Stichococcus*. $\frac{800}{1}$.

Fig. 7. Reiner *Stichococcus*. $\frac{800}{1}$.

Fig. 8—12. Umwandlung von *Stichococcus* und *Pleurococcus*. $\frac{800}{1}$.

Fig. 8. Reiner *Stichococcus* vor der Umwandlung. $\frac{800}{1}$.

Fig. 9 u. 10. Spindel-, ei- oder kugelförmig sich aufbauchender *Stichococcus*. $\frac{800}{1}$.

Fig. 11. Teilungen der Uebergangsformen dieser Rückumwandlung. $\frac{800}{1}$.

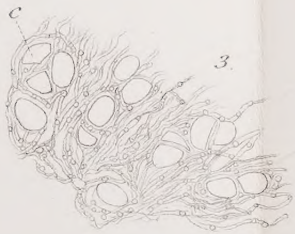
Fig. 12. *Pleurococcus* nach dieser Umwandlung und seine Teilungsweise. $\frac{800}{1}$.

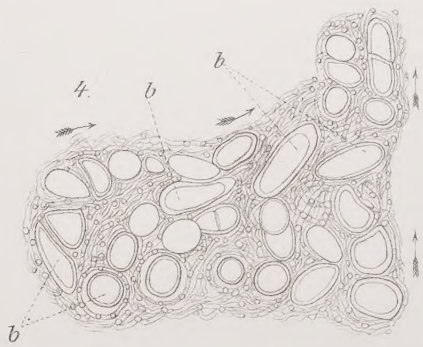
Curriculum.

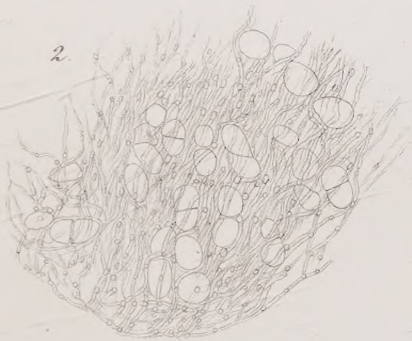
Jacob Eduard Neubner, Sohn des verstorbenen Oberlehrers Eduard Neubner, ist geboren den 27. April 1855 zu Bautzen. Michaelis 1867 wurde er in die Quinta des Bautzener Gymnasiums aufgenommen und verliess dasselbe mit dem Zeugnis der Reife Ostern 1875. Hierauf begab er sich nach Leipzig um Naturwissenschaften zu studieren. Nach erfolgtem Quinquennium unterzog er sich dem Staatsexamen für Candidaten des höheren Schulamts. Vom Sept. 1881 bis Juli 1882 arbeitete er hierauf am pflanzenphysiologischen Institut des Herrn Prof. Schwendener in Berlin. Seit Michaelis 1882 besteht er das Probejahr am Gymnasium und der Realschule I. Ordn. zu Plauen i/V. Seine Lehrer, welche ihn in den naturwissenschaftlichen Disciplinen ausbildeten, waren in Leipzig die Herren Dr. Dr. Schenk, Leuckart, Zirkel, Hankel, Wiedemann, Kolbe, Credner, Luerssen, Chun, in Berlin die Herren Dr. Dr. Schwendener und Westermaier. Ihnen Allen sei an dieser Stelle der wärmste Dank ausgesprochen. Vor Allem fühlt sich der Verfasser den beiden Herren Prof. Schenk und Prof. Schwendener zum innigsten Danke verpflichtet, welche ihn in seinen botanischen Studien und Untersuchungen so bereitwillig gefördert haben.

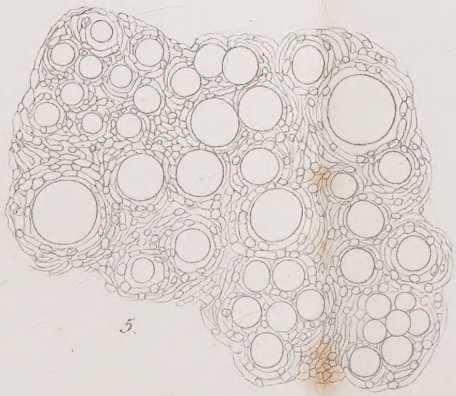
Neubner del. W.A. Meyn. lith.

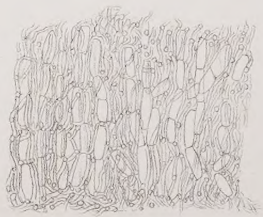
Neubner del. W. A. Meyn lith.

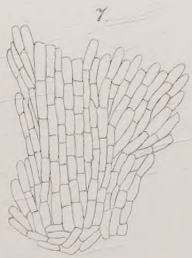


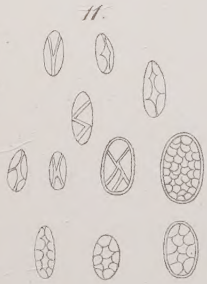


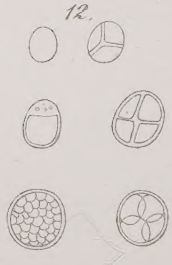












Neubner del.

W. A. Meyn lith.